



REC'D 20 JUN 2003

WIPO PCT

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen: 102 11 436.6
Anmeldetag: 07. März 2002
Anmelder/Inhaber: infix Software-Systeme GmbH,
Hamburg/DE
Bezeichnung: Verfahren zur universellen computergestützten
Informationsverarbeitung
IPC: G 06 F 17/60

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 17. April 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Argente

**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

BEST AVAILABLE COPY

Zusammenfassung



Gezeigt wird ein universelles System und Verfahren, das die effiziente Entwicklung komplexer Systeme zur strukturierten Informationsverarbeitung ohne Codierungsphase ermöglicht, indem es

- strukturierte Informationen aufnimmt, bearbeitet und abrufbar macht,
- eine hierarchische Modellierung der Informations-Struktur ermöglicht, sowie
- abgeleitete Informationen nach Maßgabe einstellbarer Ausdrücke erzeugt.

1. Technisches Gebiet der Erfindung

5 Die Erfindung betrifft das Gebiet der Entwicklung strukturierter Informationssysteme und ihrer Anpassung an veränderte Anforderungen, insbesondere ein codierfreies Verfahren auf der Grundlage hierarchischer, speziell objektorientierter, Modellierung.

2. Stand der Technik und Mängel bekannter Ausführungen

10

Informationsverarbeitungs-Systeme existieren in aufgabenspezifisch spezialisierten Varianten (z.B. für Auftragsbearbeitung, Einkaufsabwicklung, Kundenbetreuung). Diese Varianten besitzen viele Gemeinsamkeiten:

15

1. Sie verarbeiten strukturierte Informationen (z.B. Adressen, Auftragspositionen), die aus Elementar-Strukturen (z.B. Texten, Zahlen) zusammengesetzt sind, und die wiederum zu Strukturen höherer Ordnung zusammengestellt werden (z.B. Aufträgen).

2. Ein Teil der Informationen wird interaktiv erfasst und bearbeitet oder von Fremdsystemen geliefert bzw. verändert.

20

3. Ein anderer Teil der Informationen wird vom System durch Ableitung aus den übrigen Informationen generiert, z.B. durch Summenbildung, Auswahl von Teilmengen oder gesonderte Zusammenstellung (z.B. Darstellung an anderer Stelle, in anderer Reihenfolge).

25

Die bisher übliche Entwicklung von Informationssystemen erfolgt phasenweise, begonnen bei der Formulierung einer Aufgabe, über Spezifikation, Modellierung, Codierung in einer Hochsprache, Übersetzung in Maschinensprache (oder Interpretation) bis hin zur Ausführung durch programmierbare Hardware. Weil mit zunehmender Verfeinerung jeweils neue Erkenntnisse gewonnen werden, umfasst der Entwicklungsprozess regelmäßig Rückkopplungsschleifen, in denen Phasen iterativ durchlaufen werden. Die Entwicklungsphasen von der Aufgabenformulierung bis zur Codierung erfolgen (ggf. mit computerunterstützten Teilschritten) manuell und erfordern einen hohen personellen Aufwand. Komplexe Entwicklungsprojekte sind ressourcenintensiv und beinhalten häufig ein schwer beherrschbares Entwicklungsrisiko.

30

35

In existierenden Systemen für komplexe Aufgaben ist die Struktur und Verarbeitung der Informationen weitgehend durch feste Programmierung vorgegeben, wenn auch teilweise in Grenzen anpassbar. Die Änderungsprogrammierung, jedoch auch die indivi-

duelle Anpassung dieser Systeme erfordert wiederum einen hohen personellen Aufwand (letztere nicht zuletzt durch die aufwändige Einarbeitung in verfügbare Anpassungsmechanismen und ihre Abhängigkeiten). Änderungs- und Anpassungsprojekte binden in der betrieblichen Praxis knappe personelle Ressourcen und sind oberhalb eines gewissen Komplexitätsniveaus eine risikobehaftete Herausforderung.

Für einfache Aufgaben existieren konfigurierbare Systeme, insbesondere in Gestalt von Tabellenkalkulations-Programmen. Diese lassen jedoch nur einfache Strukturen zu, wie z.B. zwei- oder mehrdimensionale Tabellen. Komplexere Strukturen und Abhängigkeiten können damit nicht aufgabengerecht abgebildet werden. Der Zwang, in der Praxis häufige hierarchische Strukturen in Tabellen umzusetzen, führt mit steigender Komplexität zu Unübersichtlichkeit und setzt der Beherrschbarkeit damit erzeugter Lösungen Grenzen.

Seit langem ermöglicht die objektorientierte Programmierung Entwicklern, Strukturen (Objekte) der realen Welt, wie sie vom Menschen wahrgenommen werden, möglichst getreu in Software abzubilden. Die Überwindung des Zwangs, ständig eine Strukturumwandlung zwischen realen Objekten und Software-Strukturen vornehmen zu müssen, bewirkt insbesondere für komplexe Aufgaben nicht nur eine signifikante Produktivitätssteigerung, sondern ermöglicht zum Teil erst deren Unterstützung durch Software, indem sie den Entwicklungsprozess beherrschbar macht.

Es existieren Werkzeuge, die Teile des Entwicklungsprozesses, insbesondere die Modellierung, nach objektorientierten Methoden unterstützen, z.B. durch Visualisierung. Zum Entwicklungsprozess gehört jedoch nach wie vor die Implementierung sequenzieller Abläufe (Funktionen, Methoden). Weil dabei komplexe Sequenzen und Abhängigkeiten zu berücksichtigen sind, bleibt deren maschinengerechte Realisierung eine zeitaufwändige, Entwicklern vorbehaltene manuelle Tätigkeit.

3. Gestellte Aufgabe und erfindungsgemäße Lösung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein maschinelles Verfahren zu schaffen, das die Neuentwicklung strukturierter Informationssysteme und deren Anpassung an veränderte Anforderungen einfacher und effizienter gestaltet.

Die erfindungsgemäße Lösung dieser Aufgabe charakterisiert Patentanspruch 1. Weitere Ausgestaltungen dieser Lösung charakterisieren die Patentansprüche 2 bis 12.

In Peter Coad und Edward Yourdon, „Object-Oriented Analysis“, Prentice Hall/Yourdon Press, second edition, 1991, wird im Abschnitt 1.2.6 „Pervading Methods of Organization“ auf Seite 16 ein Artikel „Classification Theory“ der „Encyclopaedia Bri-

tannica“ zitiert, der beschreibt, welche Organisationsmethoden dem menschlichen Denken zugrunde liegen. Dies sind:

- die Differenzierung von Wissen in Objekte und ihre Attribute,
- die Unterscheidung zwischen ganzen Objekten und ihren Bestandteilen,
- die Bildung und Unterscheidung verschiedener Klassen von Objekten.

Die Ausführungen von Coad/Yourdon zeigen, dass die genannten Organisationsprinzipien nicht nur eine Methode der Strukturierung unter vielen gleichwertigen sind, sondern dass sie in besonderer Weise der menschlichen Natur entsprechen.

Von Tabellenkalkulations-Programmen her bekannt sind Ausdrücke (Formeln) für Berechnungen und andere Formen der Erzeugung abgeleiteter Informationen. Die Stärke dieser Ausdrücke liegt darin, dass der Anwender jeweils nur beschreiben muss, was gewünscht wird (in Form der Zusammensetzung des Resultats), nicht jedoch, wie dies ablaufen soll (Sequenz der Operationen). Die erforderliche Berücksichtigung von Abhängigkeiten und die bedarfsweise Neuberechnung erfolgt maschinell. Der Anwender wird entlastet von der Notwendigkeit, Überlegungen zu komplexen sequenziellen Abläufen anzustellen.

Die erfindungsgemäße Kombination eines Verfahrens zur computergestützten Modellierung hierarchischer Strukturen mit einem Verfahren, das Berechnungen und andere Formen der Erzeugung abgeleiteter Informationen mit Hilfe von einstellbaren Ausdrücken automatisiert, erlaubt für einen breiten Einsatzbereich die codierfreie Erstellung und Anpassung aufgabenspezifisch individualisierter Informationssysteme.

4. Ausführungsbeispiele

Verwendung von Begriffen:

- Der Begriff „Struktur“ entspricht dem „Objekt“ aus der objektorientierten Modellierung. Im Fall nicht objektorientierter Methodik bezeichnet „Struktur“ eine zum Objekt äquivalente Informationseinheit, jedoch ohne dass eine zugehörige Klasse existiert. Im Sinne der hier angestellten Betrachtung wird unterschieden zwischen elementaren (nicht zerlegbaren) Strukturen, wie Zahl, Zeichenfolge (Text), etc., und zusammengesetzten Strukturen.
- Eine zusammengesetzte Struktur besteht aus Strukturelementen, deren Inhalt wiederum eine Struktur ist.
- Ein elementares Strukturelement ist ein Strukturelement, dessen Inhalt eine elementare Struktur ist.

- Ein zusammengesetztes Strukturelement ist ein Strukturelement, dessen Inhalt eine zusammengesetzte Struktur ist.
- Ein Container ist eine zusammengesetzte Struktur aus geordneten Elementen unterschiedlicher Typen, deren Elemente jeweils über einen Element-Namen identifiziert werden.
- Eine Liste ist eine zusammengesetzte Struktur aus geordneten Elementen gleichen Typs, deren Elemente jeweils über ihre Position (einen ganzzahligen Element-Index) identifiziert werden.
- Eine Menge ist eine zusammengesetzte Struktur aus ungeordneten Elementen gleichen Typs, in der ein Element gleichen Inhalts nur einmal vorkommen darf.
- Eine Multimenge ist eine zusammengesetzte Struktur aus ungeordneten Elementen gleichen Typs, in der Elemente gleichen Inhalts mehrfach vorkommen dürfen.

Eine Ausführung dieser Erfindung basiert auf einem Arbeitsplatzcomputer mit grafischer Bedienoberfläche, ausgestattet mit einer Software, die folgende Verfahrensbestandteile implementiert:

- Strukturen werden hierarchisch visualisiert und deren interaktive Modellierung unterstützt durch Markieren eines vorhandenen Strukturelements und Einfügen einer Kopie an anderer Stelle einer zusammengesetzten Struktur, sowie Löschen eines Strukturelements.
- Für jedes Strukturelement existiert ein Feld zur Darstellung und Änderung eines Element-Namens.
- Für jedes Strukturelement existiert ein Feld zur Darstellung und Änderung eines Ausdrucks.
- Für jedes elementare Strukturelement existiert ein Feld zur Darstellung und Änderung des Inhalts (z.B. Text, Zahl).
- Wenn ein Ausdruck angegeben ist, wird dieser interpretierend verarbeitet und dessen Resultat als Inhalt des zugehörigen Strukturelements eingesetzt. Der Inhalt eines zusammengesetzten Strukturelements ist die untergeordnete – wiederum aus Elementen bestehende – Struktur.

Den prinzipiellen Aufbau einer solchen Hierarchie und ihre Elemente zeigt Figur 1.

Ein Interpreter zur Ausdrucksauswertung verarbeitet dabei Ausdrücke aus folgenden Komponenten:

- Literale (Texte, Zahlen),
- Arithmetik-Operationen (Addition, Multiplikation, etc.),
- Logik-Operationen (Vergleiche, Verknüpfungen wie „UND“, „ODER“, „NICHT“),

- bedingte Ausdrücke, die in Abhängigkeit von einer Bedingung a das Ergebnis eines abhängigen Ausdrucks b oder c liefern („WENN a DANN b SONST c“),
- Text-Operationen (Substring-Bildung, Längenermittlung, etc.),
- Referenzen (Bezugnahme auf ein Element über seinen Namen, einschließlich Pfadbildung wie „Auftrag_A|Lieferanschrift|Postleitzahl“),
- Mengenreferenzen (Bezugnahme auf eine Menge von Elementen über Pfadbildung mit Platzhaltern wie „Auftrag_1|Positionen!|Betrag“),
- Mengen-Funktionen, deren Argument eine Mengenreferenz ist (SUMME(...), ANZAHL(...), MINIMUM(...)),
- Eine Operation (ENTHÄLT-Operator), die WAHR liefert, wenn ein Strukturelement Teil einer Menge ist (Menge ENTHÄLT Element).

Die Ausdrucksauswertung registriert jede Änderung eines Element-Inhalts an beliebiger Stelle der Gesamthierarchie und aktualisiert automatisch die Resultate aller Ausdrücke, die einen Bezug auf das geänderte Element besitzen. Den Wirkungsmechanismus und die zu berücksichtigenden Abhängigkeiten zeigt Figur 2.

Als Grundlage der Modellierung beliebiger Anwendungen dient ein Vorrat an Grundstrukturen, aus denen alle Strukturen höherer Ordnung aufgebaut werden. Für eine weitgehende Flexibilität der Modellierung bieten sich dafür möglichst einfache Strukturen an:

1. jeweils eine zur Aufnahme elementarer Daten wie Text, Zahl, Wahrheitswert (wahr, unwahr, unbekannt), Datum, Zeitpunkt, Zeitspanne, Dokument (in beliebigem extern spezifizierten Format),
2. jeweils eine je Aggregations-Art, wie Container, Liste, Menge, Multimenge.

Eine weitere Ausführung erweitert die bisher dargestellte um die Fähigkeit objektorientierter Modellierung. Dazu erhält jede Struktur (jetzt Objekt genannt) eine Klasse, die ihren Aufbau beschreibt. Es können beliebig viele Objekte einer Klasse existieren. Klassen werden getrennt von Objekten visualisiert und bearbeitet. Element-Namen und Element-Ausdrücke sind nun Teil der Aggregats-Klassen (Container, Menge, ...), nicht der Objekte. Dabei gilt:

- Die Klassen elementarer Daten enthalten Angaben zur Darstellung (z.B. Länge, Nachkommastellen) und ggf. Integritätsbedingungen (z.B. Mindestwert, Maximalwert).
- Eine Container-Klasse enthält eine anfänglich leere und beliebig erweiterbare Liste von Elementen, von denen jedes Angaben für Element-Namen, Element-Ausdruck und die Klasse des Element-Inhalts umfasst.

- Zur Aggregation gleichartiger Bestandteile existieren die Klassen Liste, Menge und Multimenge. Für diese wird die Klasse des Element-Inhalts nicht individuell elementweise, sondern einheitlich für alle Elemente angegeben. Element-Namen und -Ausdruck existieren hier nicht.
- 5 • Eine Änderung der Angaben einer Klasse, z.B. die Löschung eines Elements einer Container-Klasse, bewirkt automatisch eine Anpassung aller Objekte dieser Klasse.
- Klassen sind in einer eigenen Hierarchie angeordnet, die die Generalisierungs-/Spezialisierungs-Beziehungen beschreibt. Eine Spezialisierung ist an die Vorgaben ihrer Generalisierung gebunden (in einer spezialisierten Container-Klasse kann z.B. kein Element gelöscht werden, das von einer Generalisierung stammt). Eine Änderung der Angaben einer Generalisierung bewirkt automatisch eine Anpassung aller Spezialisierungen derselben. Eine Klasse kann mehrere Generalisierungen besitzen (sie erscheint dann an mehreren Stellen der Hierarchie).
- 10 • Es ist zweckmäßig, bestimmte Struktur-Änderungen auch auf Objekt-Ebene zuzulassen, insbesondere das Hinzufügen und Löschen von Container-Elementen. Auf diese Weise kann z.B. in einem Auftrag eine Auftragsposition hinzugefügt oder gelöscht werden. Eine derartige Änderung wird realisiert, indem auf der Klassen-Ebene implizit eine Spezialisierung der zugehörigen Container-Klasse erzeugt wird und diese Spezialisierung nun als neue Klasse des geänderten Container-Objekts gilt. Dies verhindert, dass die Änderung ungewollt auf andere Objekte der ursprünglichen Klasse wirkt. Die Bildung einer Spezialisierung braucht für nachfolgende Änderungen des Objekts nicht wiederholt zu werden, solange das Objekt das einzige seiner Klasse bleibt.
- 20 Diese Ausgestaltung dient nicht nur der Vereinheitlichung von Objekten durch Gliederung in Klassen und der Reduzierung von Redundanz, sondern ermöglicht zusätzliche Formen der Ausdrucksauswertung:
- 25 1. Referenzen können um Funktionen zur Klassensuche in der Objekthierarchie ergänzt werden. Eine Funktion „KOMONENTEN(Auftragsposition)“ würde beispielsweise ausgehend vom aktuellen Objekt die Menge aller untergeordneten Objekte liefern, die die Klasse „Auftragsposition“ (oder eine Spezialisierung) besitzen.
- 30 2. Eine weitere Erweiterung wäre die Einführung von Bedingungs-Ausdrücken innerhalb solcher Suchfunktionen, die jeweils relativ zum betrachteten Objekt der Suchklasse ausgewertet würden. Eine Funktion
- 35

KOMONENTEN(Auftragsposition WENN Betrag > 5000)

würde alle Auftragspositionen liefern, deren Betrag 5000 übersteigt.

Eine weitere Ausführung ergänzt das Verfahren um die Verarbeitung von Beziehungen. Dazu wird jedes Strukturelement um einen Verweis-Eintrag ergänzt, der auf ein anderes Strukturelement (Ziel) an beliebiger Stelle der Gesamthierarchie zeigen kann.

- 5 Ist ein Verweis eingetragen, bewirkt dies, dass der Inhalt des verweisenden Elements gekoppelt ist mit dem Inhalt des Ziel-Elements. Ein solcher Inhalt kann sowohl eine elementare, als auch eine zusammengesetzte Struktur (bis hin zu beliebiger Hierarchietiefe) sein. Zur interaktiven Eingabe und Änderung von Verweis-Zielen dient ein Drag&Drop-Mechanismus. Ist ein Ausdruck angegeben und liefert dieser eine Referenz,
- 10 wirkt dies ebenfalls als Verweis.

- Strukturelemente und -Inhalte werden bei interaktiver Bearbeitung automatisch visualisiert. Als generelle Darstellungsform dient die durch Einrückungen gekennzeichnete Hierarchie in Verbindung mit Formularfeldern für die Bearbeitung elementarer Inhalte. Einzelne Hierarchieebenen können durch Bedienelemente (z.B. +/- Schaltflächen) aus-
- 15 und eingeklappt werden.

- Abhängig von Benutzer, Inhalt und Bearbeitungskontext können verschiedene Darstellungs- und Bearbeitungsformen erforderlich sein. Dazu wird je Strukturelement ein Satz von Parametern definiert, die eine Auswahl zwischen mehreren Alternativen ermöglichen, z.B.

- 20
- Zugriffsberechtigung: keine (verdeckte Darstellung), nur lesend, lesend und schreibend,
 - Darstellung von Verweiszielen: integriert, in separatem Fensterbereich.

- Im Fall von Zugriffsberechtigungen würden die Einstellungen auch für den maschinellen Zugriff gelten und ggf. dazu führen, dass einzelne Elemente nicht ausgegeben werden bzw. nicht veränderbar sind.
- 25

Parameter für Darstellungs- und Bearbeitungsformen können in Abhängigkeit von einstellbaren Ausdrücken, die als Resultat einen Wahrheitswert liefern, aktiviert werden. So kann z.B. eine Zugangsberechtigung eines Elements in Abhängigkeit vom aktuellen Benutzer gesteuert werden, indem der Ausdruck eine Funktion (z.B. „BENUTZER()“) enthält, die die erforderliche Kontext-Information liefert. Ein vollständig aufgabenspezifisches Berechtigungsmodell erhält man, indem Benutzer in geeigneten Strukturen im Rahmen der Modellierung organisiert werden. Ist ein Rollenkonzept gewünscht, würde ein Ausdruck der Art

!Orga!KOMPONENTE(Benutzer WENN Name = BENUTZER())!Rollen

ENTHÄLT

!Orga!Rollen!Controller

ermitteln, ob der aktuelle Benutzer die hier erforderliche Berechtigung eines Controllers besitzt.

Die von Parametern abhängigen Darstellungs- und Bearbeitungsformen können zudem mit einem Ansichtenkonzept verbunden werden, das dem Benutzer ermöglicht, eine von mehreren Ansichten festzulegen. Abhängig von der gewählten Ansicht (und den bereits genannten Parametern) würden dann unterschiedliche Darstellungs- und Bearbeitungsformen wirksam.

In der Ausführung mit einem Klassen-Modell sind die Parameter für Darstellungs- und Bearbeitungsformen zweckmäßigerweise auf der Klassen-Ebene anzusiedeln.

Die vom Verfahren bearbeiteten Informationen werden im Regelfall auf Datenträgern gespeichert. Dazu kommen insbesondere objektorientierte oder relationale Datenbanksysteme zum Einsatz. Für den Mehrbenutzerbetrieb werden Sperrmechanismen (Write-Locks) auf Klassen- und Objektebene verwendet, die Änderungskonflikte während paralleler Bearbeitung durch verschiedene Benutzer ausschließen.

Eine insbesondere für den Mehrbenutzerbetrieb geeignete Ausführung beinhaltet eine optimierte Ausdrucksauswertung gemäß Patentanspruch 8. Diese Ausführung berücksichtigt, dass eine Vielzahl von Informationen oft nicht sofort, sondern lediglich in größeren Zeitintervallen benötigt werden. So würde z.B. eine Vielzahl im Tagesgeschäft hinzukommender Aufträge jeweils bewirken, dass sich monatlicher oder jährlicher Umsatz ändern. Da diese Werte jedoch im Verhältnis zur Frequenz, mit der Aufträge hinzukommen, eher selten benötigt würden, entlastet dieses Verfahren das System von der sonst erforderlichen häufigen Ermittlung von Ergebnissen, die größtenteils ungenutzt verfielen.

Eine Ausgestaltung insbesondere für den unternehmensweiten Einsatz charakterisiert Patentanspruch 9. In der dafür bevorzugten Ausführung (Figur 3) kommuniziert ein

zentraler Dienst (Objekt-Service) mit interaktiven und/oder maschinellen Clients, die auf der gleichen oder einer anderen verbundenen Hardware ablaufen können. Über ein geeignetes Inhalts-Protokoll (z.B. auf der Basis von XML) fragt ein Client Objekt-Hierarchien ab, die von Objekt-Service geliefert werden. Falls dabei Neuberechnungen erforderlich sind, wird der Objekt-Service nach Wahl des Clients diese entweder sofort vornehmen und den Client ggf. warten lassen, oder den Client später durch asynchrone Benachrichtigungen über eingetretene Änderungen informieren. Der Objekt-Service wird einen Client ebenfalls über Änderungen informieren, die durch andere Clients an gemeinsam genutzten Objekten vorgenommen wurden. Zum Inhalts-Protokoll des Objekt-Service gehören sämtliche Operationen, die interaktiv durchführbar sind, einschließlich des Abrufs und der Veränderung von Metainformationen (Klassen). Neben interaktiven Clients, die die Visualisierung und Bearbeitung von Informationen durch Benutzer unterstützen, steht der Objekt-Service über ein Transportprotokoll (z.B. HTTP) auch maschinellen Clients über das Internet zur Verfügung. Dies ermöglicht eine Integration mit der Anwendungslandschaft innerhalb eines Unternehmens, sowie den Aufbau von Diensten für Nutzer außerhalb des Unternehmens (z.B. über Web-Applikations-Server).

Gemäß Anspruch 9 c) koordiniert der Objekt-Service die Ausdrucks-Auswertung in einer Weise, die eine skalierbare Parallelisierung auf Systemen mit mehreren Prozessoren oder Verteilung in einem Netz separater Systeme ermöglicht (s. Figur 3). Dazu ist die Menge der auszuwertenden Ausdrücke vor der Zuweisung an Auswertungs-Prozesse so zu zerlegen, dass die Anzahl gegenseitiger Abhängigkeiten von Ausdrücken, die durch getrennte Prozesse auszuwertenden sind, minimiert wird. Der Objekt-Service als zentrale Instanz koordiniert dabei auch Zugriffskonflikte zwischen Auswertungs-Prozessen untereinander und mit Clients.

Eine mögliche Ausführung zur Erweiterung der Ausdrucks-Auswertung gemäß Anspruch 10 beinhaltet eine Schnittstelle zum Aufruf externer Funktionen, die über eine dynamische Bibliothek (DLL, Shared Library) hinzugebunden werden. Dabei kann grundsätzlich davon ausgegangen werden, dass eine externe Funktion beliebig viele Parameter erhalten kann (einschließlich einer variablen Parameterzahl) und einen Ergebniswert liefert. Beim Aufruf der externen Funktion würde diese die benötigten Parameter über eine definierte Programmierschnittstelle anfordern. Die Ausdrucks-Auswertung wird bei Verwendung eines Parameters ggf. eine zugehörige Abhängigkeit registrieren. Die Prüfung der korrekten Parameteranzahl und Parametertypen wäre Aufgabe der externen Funktion, die Fehlerzustände über entsprechende Protokollfunktionen zurückmelden kann.

Die Benachrichtigung externer Prozesse gemäß Anspruch 11 dient insbesondere der Integration mit externen Systemen. Eine mögliche Ausführung besteht in einem Protokoll, über das ein externer Client jeweils ein Strukturelement und die interessierenden Ereignisse (Inhalts-Änderung, Ungültigkeitserklärung) spezifiziert. Beim Eintritt eines entsprechenden Ereignisses erhält dann jeder interessierte Client eine Benachrichtigung. Er kann anschließend nach Bedarf Inhalte abrufen (und dabei ggf. erforderliche Ausdrucksauswertungen veranlassen) und sie z.B. an Fremdsysteme übertragen.

5. Erzielte Vorteile

10

Ein Vorzug der in dieser Erfindung gezeigten Kombination aus Hard- und Software ist eine drastische Reduzierung der Entwicklungszeiten bei der Erstellung komplexer Informationssysteme. Die Erfindung eliminiert durch Automatisierung die zeitaufwändige Codierungsphase. Sie steigert dadurch die Effizienz auch in den übrigen Entwicklungsphasen, weil nach der Modellierung jeweils eine sofort funktionsfähige Realisierung vorliegt, die auf Praktikabilität geprüft werden kann. In der Folge reduzieren sich Anzahl und Dauer der Phasen-Iterationen.

15

Befindet sich eine mit dieser Erfindung produzierte Lösung bereits im Produktivbetrieb, kann sie jederzeit mit geringem Aufwand durch einfache Modelländerung an sich ändernde Erfordernisse angepasst werden. Die Erfindung ermöglicht für dieses in der betrieblichen Praxis häufige Szenario kurze Reaktionszeiten und damit eine höhere betriebliche Agilität.

20

Ein weiterer Vorzug der Erfindung ist die Erhöhung des Abstraktionsniveaus, indem das Modell direkt ausgeführt wird. Auf diese Weise können Personen, die über eine ausreichende Modellierungs-Qualifikation verfügen, funktionsfähige Lösungen produzieren, ohne selbst codieren zu müssen. Zudem ist eine so produzierte Lösung in hohem Maße selbstdokumentierend. Die höhere Abstraktionsebene befreit die Lösung von nicht aufgabenbezogenen, technischen Details und ermöglicht ein schnelles Verständnis für einen weiten Nutzerkreis, einschließlich nichttechnischer Nutzer.

25

1. Verfahren zur maschinell ausführbaren Informationsverarbeitung, dadurch gekennzeichnet,
5 dass die Struktur der Informationen durch Eingabemittel – maschinell oder Benutzer-gesteuert – aufgabenspezifisch modellierbar ist,
dass diese Modellierung – auch rekursiv – die Aggregation von Strukturen umfasst,
dass ein Bestandteil einer Struktur jeweils wahlweise
a) durch Eingabemittel – maschinell oder Benutzer-gesteuert – oder
10 b) durch maschinelle Auswertung eines durch Eingabemittel – maschinell oder Benutzer-gesteuert – einstellbaren Ausdrucks zugewiesen oder verändert werden kann.
2. Verfahren nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
dass eine Menge vorgefertigter Strukturen systemseitig bereitgestellt wird.
- 15 3. Verfahren nach einem der Patentansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet,
dass die aufgabenspezifische Modellierung objektorientiert, insbesondere unter Einbeziehung von Klassen, erfolgt.
4. Verfahren nach einem der Patentansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet,
dass zwischen Strukturen Beziehungen bestehen können, die jeweils wahlweise
a) durch Eingabemittel – maschinell oder Benutzer-gesteuert – oder
20 b) durch maschinelle Auswertung eines durch Eingabemittel – maschinell oder Benutzer-gesteuert – einstellbaren Ausdrucks zugewiesen oder verändert werden können.
5. Verfahren nach einem der Patentansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet,
dass Parameter für Darstellungs- und Bearbeitungsformen der Strukturelemente durch
Eingabemittel – maschinell oder Benutzer-gesteuert – einstellbar sind.
- 25 6. Verfahren nach Patentanspruch 5, dadurch gekennzeichnet,
dass je Strukturelement mehrere einstellbare Parameter gleicher Art existieren können,
von denen in Abhängigkeit vom Resultat einstellbarer Ausdrücke jeweils einer wirksam
wird.
7. Verfahren nach einem der Patentansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet,
30 dass sämtliche Informationen, einschließlich Metainformationen dauerhaft gespeichert
werden, insbesondere in einer objektorientierten oder relationalen Datenbank.
8. Verfahren nach einem der Patentansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet,
dass die Ausdrucksauswertung optimiert erfolgt, indem
a) das Ergebnis eines Ausdrucks genau dann als ungültig gekennzeichnet wird, wenn der
35 Ausdruck geändert wurde oder ein das Ergebnis beeinflussender Parameter des Ausdrucks verändert oder ungültig wurde und

b) das Ergebnis eines Ausdrucks erst dann aktualisiert wird, wenn es zur Darstellung oder zur Ermittlung eines anderen Ergebnisses benötigt wird.

9. Verfahren nach einem der Patentansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Systemarchitektur eine Aufgabenverteilung zulässt mit der Möglichkeit getrennter Verarbeitung zur

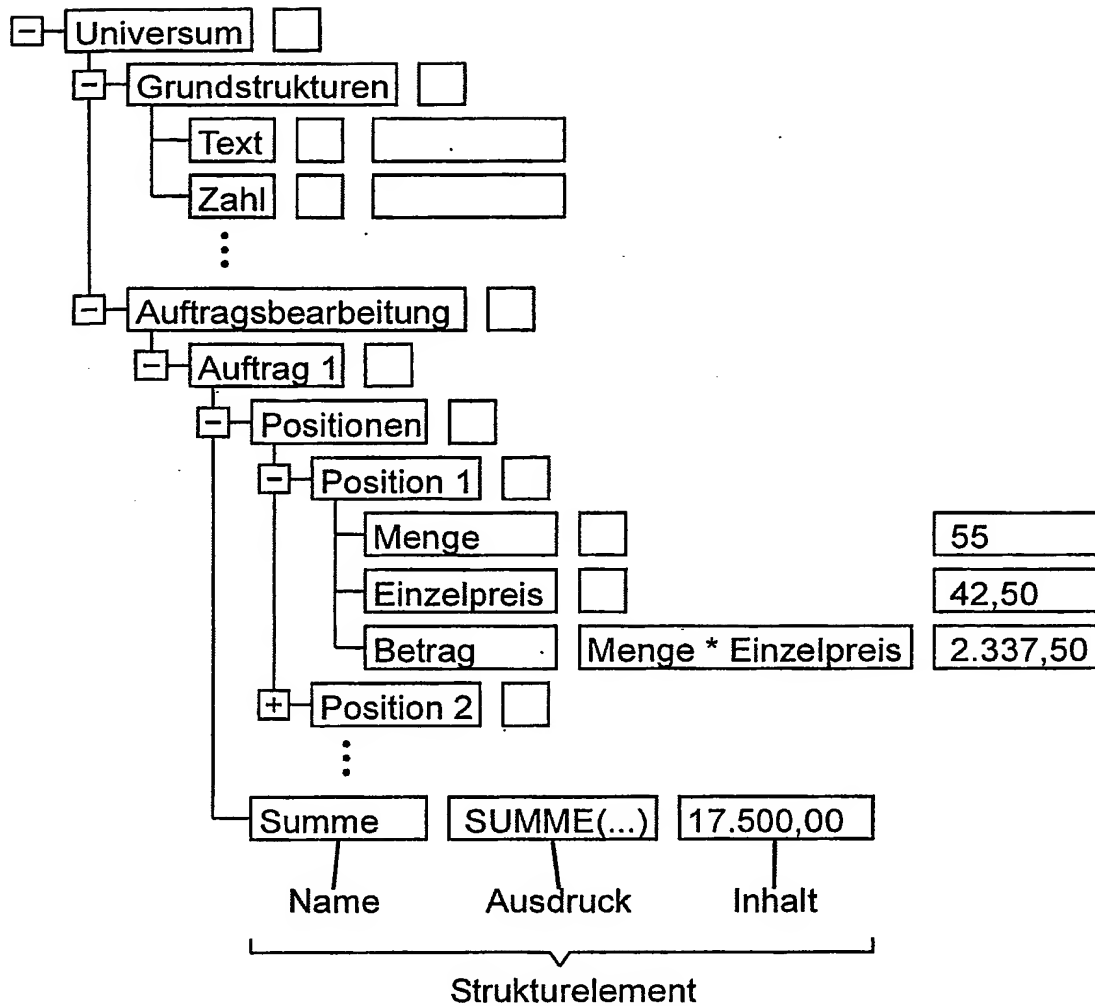
a) Visualisierung und Bearbeitung von Informationen und Metainformationen,
b) Bereitstellung von Informationen und Metainformationen, insbesondere zum Zwecke der Visualisierung und Bearbeitung oder zur Ein- und Ausgabe an externe Systeme,
c) parallelen Auswertung von Ausdrücken mit Hilfe einer beliebigen Anzahl von Prozessoren.

10. Verfahren nach einem der Patentansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Ausdrucks-Auswertung um externe (benutzerdefinierte) Funktionen erweiterbar ist.

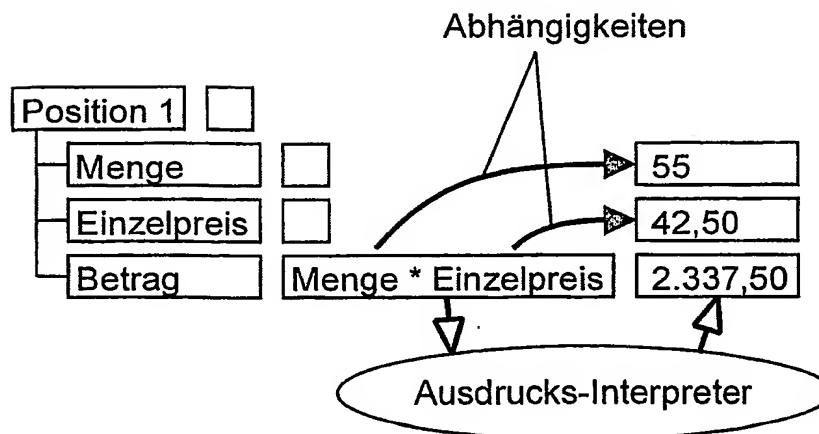
11. Verfahren nach einem der Patentansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass ein externer Prozess auf Anforderung über die Änderung oder Ungültigkeit wählbarer Strukturbestandteile benachrichtigt wird.

12. Verwendung des Verfahrens nach einem der Patentansprüche 1 bis 11 für ein computer-gestütztes Informationssystem.

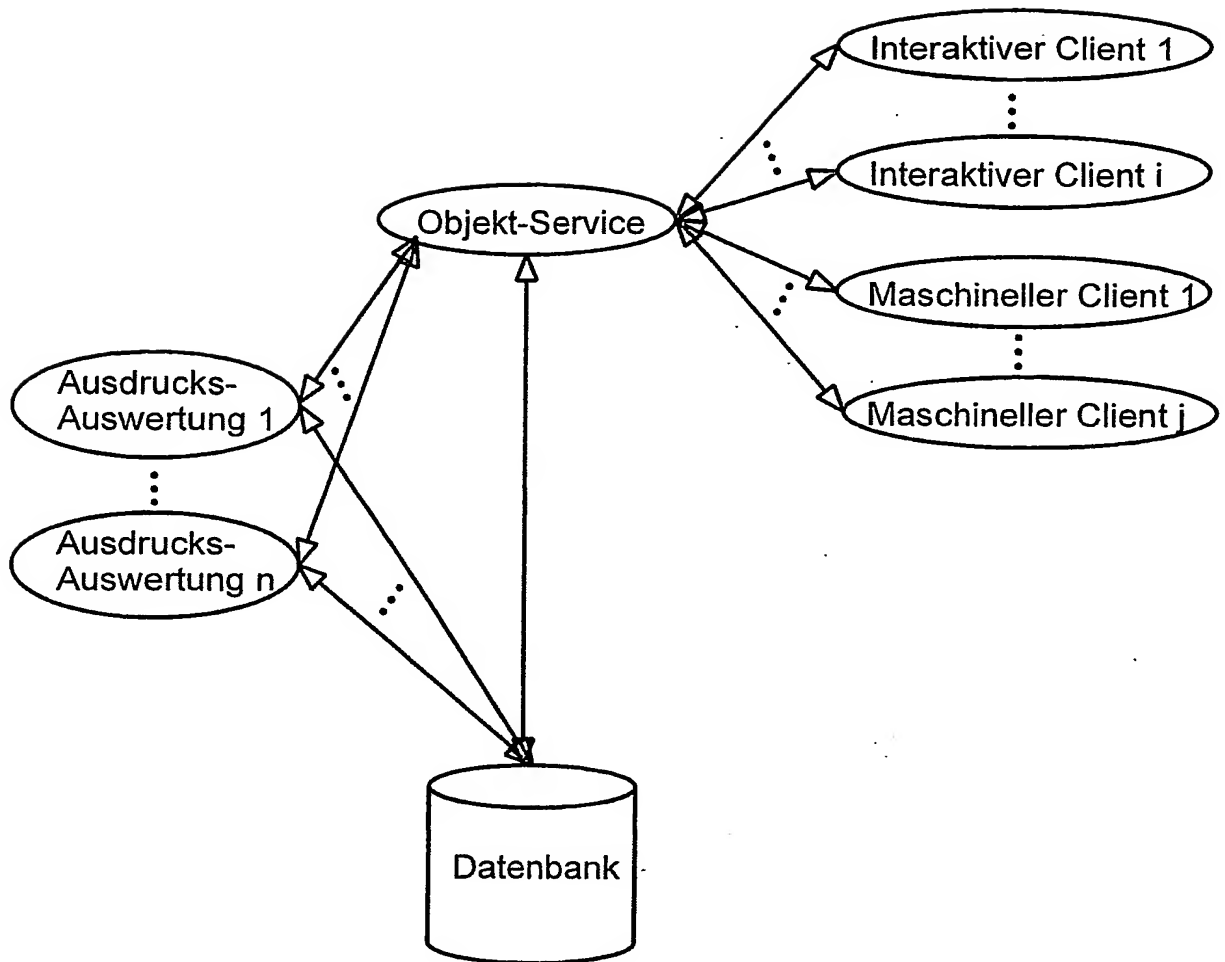
Figur 1



Figur 2



Figur 3



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.